

Formación continua de profesores para una orientación CTS de la enseñanza de química: un estudio de caso

Isabel Sofia Rebelo,¹ Maria Arminda Pedrosa² e Isabel P. Martins³

Abstract

This paper summarily exposes the general characteristics of the emergent science education in the threshold of the twenty century and some socio-economical conditions that contextualize it. It is supposed that its subjacent finalities frame in the STS movement and that this contributes to profile new methodologies and focus in science teaching, with the aim of the development pupils scientific (and technological) skills. The main characteristics and results of a science/chemistry teachers continuous program of formation are described and conceived to contribute making effective this goal of science education, by means of the support of an indispensable practical innovation.

Perspectivas de la educación científica en el umbral del siglo XXI

En las sociedades occidentales se viene constatando de manera creciente la integración y la interdependencia socio-cultural y económica, que se refleja en los lenguajes de los propios movimientos de reforma educativa, en los que se reconocen lógicas de la globalización actual que, apoyándose en políticas económicas y modelos de gestión neoliberales, regulados y controlados por principios neoconservadores, ensalzan la productividad, la competitividad y el lucro (Carter, 2005). El desarrollo de sistemas, tecnologías y vías de comunicación promueve la circulación abundante y casi instantánea de información, ideas, mercancías, productos y servicios, lo que conduce a la generalización de tendencias, gustos y hábitos, y repercute en una homogeneización cada vez mayor y más universal, que se refleja en la transformación de las identidades personales y sociales. La ciencia y la tecnología impregnan la vida cotidiana de estas sociedades y ciertos productos del progreso científico y tecnológico llegan, tal vez como nunca, a los ciudadanos. Sin embargo, siguen existiendo bolsas de exclusión que evidencian la necesidad de recorrer un largo camino para alcanzar la tan

ansiada *Sociedad del Conocimiento*. Simultáneamente, estudios internacionales revelan los bajos niveles de conocimiento científico de los jóvenes en escolaridad obligatoria y una tendencia a alejarse de las áreas científicas y tecnológicas en sus itinerarios educativos superiores (OCDE, 2001).

En las sociedades occidentales las perspectivas referentes a prácticas de educación científica se han visto alteradas paralelamente a los cambios en el reconocimiento social y político del papel de las ciencias y las tecnologías. En particular, la enseñanza de ciencias ha ido experimentando cambios en sus finalidades, contenidos curriculares y enfoques recomendados. A la perspectiva de la educación científica dirigida hacia la formación de elites de científicos y de ingenieros le han seguido otras orientaciones más dirigidas hacia la formación general de todos los alumnos, con la intención de ofrecer simultáneamente cualificación personal y capital intelectual útil a la sociedad. Emergen, en este inicio del siglo XXI, lógicas más humanistas de educación científica, por lo menos en los principios orientadores, que permiten promover valores como los de la equidad, la justicia social, la diversidad y la sostenibilidad. Pretenden estimular el desarrollo de la divulgación científica y tecnológica y de ejercicios de ciudadanía mejor informados y responsables en las sociedades democráticas actuales (Acevedo, 2004; Cachapuz, Praia y Jorge, 2002).

El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), movimiento internacional de reforma de la enseñanza de las ciencias, que se ha venido desarrollando desde mediados de la década de los ochenta, incluye prioridades curriculares que requieren de metodologías y enfoques innovadores en la enseñanza de ciencias para efectivamente impulsar el desarrollo de la capacitación científica y tecnológica (Acevedo, Vásquez y Manassero, 2002).

Centralidad de los profesores de ciencias/química en la consecución de las reformas

Los profesores de ciencias son, en los sistemas educativos, decisivos para la mejora cualitativa de la educación científica formal, ya que en última instancia determinan el éxito o el fracaso de cualquier reforma o innovación curricular en dichas áreas. En el marco de las finalidades que atribuyen a la educación científica formal y de las experiencias y vivencias profesionales que les parecen relevantes, les cabe reinterpretar e implementar los documentos oficiales y los recursos didácticos. Así, la adecuación de los conocimientos

¹ Escuela Superior de Educación del Instituto Politécnico de Leiria (Portugal).

² Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Coimbra (Portugal).

³ Departamento de Didáctica y Tecnología Educativa de la Universidad de Aveiro (Portugal).

y de las creencias del profesorado de ciencias/química sobre enseñanza, aprendizaje y naturaleza de la ciencia es crucial para que las reformas educativas actuales se concreten en los sentidos necesarios.

Formación continua de profesores de ciencias/química: papel y presupuestos

Para que las reformas educativas se reflejen de la forma deseada en las escuelas y, sobre todo, en la vida de los alumnos, es necesario actuar en el área de la formación y el desarrollo profesional, personal y social del profesorado, especialmente creando oportunidades para promover una adecuada formación continua en múltiples dimensiones (Levy y Sanmartí, 2001; Mellado *et al.*, 2006; Shulman y Sherin, 2004; Shulman y Shulman, 2004). Esa formación deberá constituir un medio privilegiado para innovar la enseñanza de ciencias y, en última instancia, para promover aprendizajes más significativos y más relevantes para la vida de sus destinatarios en las sociedades contemporáneas.

El estudio desarrollado: propósitos y metodologías

Con los propósitos de facilitar la (re)construcción de creencias y conocimientos relativos a la educación formal en química y de promover la innovación de prácticas lectivas compatibles con las perspectivas CTS de enseñanza de ciencias/química, necesarias para que las reformas educativas actuales se concreten como se pretende y se ha explicado, recurriendo a metodologías de investigación-acción, se desarrolló, implementó y evaluó un programa de formación continua de profesores de química (PFC). Éste se llevó a cabo a lo largo de seis meses, lo concluyeron ocho profesores en formación (PF), se tituló *Perspectivas de Educación en Química en 3er Ciclo de Enseñanza Primaria: exploración de interrelaciones Ciencias-Tecnología-Sociedad* y se incluyó en el marco legal de la formación continua en Portugal. Se fundamentó en recomendaciones de investigación en formación de profesores de ciencias/química y contempló aspectos innovadores en cuanto a finalidades y presupuestos de la educación en ciencias, introducidos en la reciente Reorganización Curricular de la Enseñanza Primaria en Portugal (Galvão *et al.*, 2002).

El PFC, cuyos presupuestos y metodologías se consideran coherentes con los principios socioconstructivistas, consideró a los PF como profesionales reflexivos y estimuló su participación en actividades formativas de reflexión (véase tabla 1) y en procesos individualizados/diferenciados de aprendizaje, pero también, y en gran parte, en trabajo cooperativo en grupos de dimensión variable. Las actividades incluyeron la puesta en común y la discusión de reflexiones, de trabajos realizados y de prácticas llevadas a cabo por los PF, análisis y discusión de documentos escritos y de video-

gramas, interacción con oradores invitados, actividades de exploración conceptual y actividades de desarrollo e innovación curricular en química. Adicionalmente a los aspectos referidos en la tabla 1, fueron también objeto de discusión del PFC los dilemas con los que los profesores de ciencias/química se debaten en la práctica, así como las motivaciones, prejuicios, aspiraciones y sentimientos que guían, legitiman y sustentan su actuación profesional.

En el PFC se creó alternancia e interactividad entre periodos de implicación intensiva y sostenida de los PF en reflexiones cooperativas sobre los objetos de reflexión –en sesiones presenciales de formación (un total de 45 h), con la presencia de la formadora-investigadora (primera autora)– y periodos de introspección y de realización de actividades complementarias a las desarrolladas en las sesiones presenciales, en los contextos profesionales de los PF, sin la presencia de la formadora-investigadora (un total de 45 h).

El PFC pretendía crear condiciones y contextos que permitieran a los PF desarrollar competencias (CCE, 2005) y, genéricamente, herramientas para explorar nuevos caminos de crecimiento personal, social y profesional. Se pretendió que desarrollaran innovaciones adecuadas a sus contextos profesionales, a sus estados y trayectos de desarrollo profesional y personal, y a sus intereses y motivaciones como profesionales.

La evaluación del PFC transcurrió en dos momentos vistos como complementarios. El primero, durante su implementación (a lo largo del proceso de investigación-acción), en que, teniendo en cuenta presupuestos y propósitos, se fue evaluando la operacionalización del PFC y monitorizando su implementación con el objetivo de informar, complementar y reformular las actividades planeadas. El segundo, tras la implementación del PFC, sirvió para evaluar los resultados de la participación en él de los PF, procurando escrutar los aprendizajes realizados (entendidos como reconstrucción de creencias y de conocimientos relativos a la educación formal en ciencias/química) y también identificar las innovaciones en prácticas lectivas concebidas y llevadas a cabo,

Tabla 1. Objetos de reflexión del programa de formación.

Aspectos sobre ciencias y educación en ciencias que, de manera general e incluyente, pueden condicionar las prácticas lectivas de los profesores de ciencias/química:

- Creencias y conocimientos de los PF.
- Referentes teóricos.
- Resultados de la investigación en educación en ciencias.

Dimensiones contempladas:

- Aprendizaje y enseñanza de ciencias/química.
- Conocimiento científico, empresas científicas y científicos.
- Interrelaciones CTS en educación científica.
- Propósitos de la enseñanza formal de ciencias/química.
- Perspectivas de enseñanza CTS de química.

especialmente en las actividades de desarrollo e innovación curricular.

Resultados

En las diversas actividades formativas, los PF revelaron, genéricamente, disponibilidad para implicarse en procesos de formación y desarrollo. A lo largo del PFC identificaron posibilidades de innovación, tanto en términos de nociones como de prácticas. Aunque individualmente diferenciados, revelaron su implicación en la innovación y el desarrollo de concepciones de *aprendizaje de ciencias* –dando indicios de aproximación a modelos constructivistas de aprendizaje– y de *enseñanza* de ciencias, alejándose, en consecuencia, de modelos transmisivos. Evidenciaron desarrollo en la identificación y la comprensión de características específicas de propuestas de enseñanza CTS de química, así como en su comprensión y su compromiso con presupuestos, principios y finalidades renovadas de la educación científica, indicando progresos en la comprensión de los conceptos de capacitación científica y de educación para la ciudadanía. Mostraron también indicios de participación en la innovación y el desarrollo de prácticas lectivas, traducidos en propuestas de enseñanza CTS de química.

Las intervenciones y reflexiones desarrolladas por los grupos de PF sobre enseñanza CTS de ciencias, en cuanto al papel que en ella asumen los conceptos científicos, se orientaron, inicialmente, según dos perspectivas: *i*) la enseñanza CTS corresponde a formas de atribuir significado a conceptos científicos, recurriendo a su contextualización en situaciones de aplicación; *ii*) los conceptos y sus interrelaciones, en la enseñanza CTS, son vehículos para comprender lo que nos rodea –no son un fin en sí. Como resultado de las actividades de exploración conceptual y metodológica desarrolladas a lo largo del programa, los PF pasaron a identificar un conjunto más específico de características de enseñanza CTS de ciencias, especialmente las relacionadas con la importancia de la responsabilización de los alumnos de su propio aprendizaje, la relevancia de la promoción de capacitación científica en la formación de los alumnos con vistas a su participación responsable en la sociedad, a través de temas cuidadosamente escogidos para contextualizar la enseñanza de ciencias, y del recurso a enfoques inter y transdisciplinarios.

A título de ejemplo, uno de los grupos implicados en las actividades de desarrollo e innovación curricular en química ideó e implementó, con alumnos de 8º (en el sistema educativo portugués, alumnos de aproximadamente 13 años y en su segundo año de estudio de química en la asignatura curricular de Ciencias Físico-Químicas) una propuesta de trabajo subordinada al tema “El agua”, cuyo desarrollo incluyó la exploración de los temas:

1. El agua contiene iones disueltos.
2. Importancia del agua para la vida.
3. Distribución del agua en la Tierra (ciclo del agua; aguas superficiales y aguas subterráneas; aguas minero-medicinales).
4. Usos del agua (ámbito doméstico, municipal e industrial) y evolución de las necesidades y usos del agua en el último siglo.
5. Aguas residuales (función y funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales).

Los profesores propusieron la exploración de los conceptos de ion, compuesto iónico, sustancia, mezcla de sustancias, dureza del agua y precipitación de sales; introdujeron la noción de reacción química e impulsaron la revisión de los conceptos de pureza (química), átomo, molécula, sustancias elementales y compuestas, símbolos y fórmulas químicas, ya introducidos anteriormente.

Desde el punto de vista metodológico, a partir del análisis de etiquetas de aguas de mesa y de envoltorios de detergentes, propusieron discusiones sobre la existencia de iones en solución, en el sentido de que algo tuvo que disolverse en el agua para que aparecieran, y se averiguó lo que podría haber sido. Los profesores promovieron la discusión sobre la noción de dureza del agua y las formas de alterarla, la utilidad del calcio disuelto en agua y la formación de estalactitas y de estalagmitas en grutas calcáreas. Recurrieron a fuentes de información diversificadas, como la Carta Europea del Agua, un poema de António Gedeão (poeta portugués) y fichas informativas construidas por sí mismos, además de las etiquetas ya referidas. Estimularon la participación de los alumnos en diversas actividades, solicitando, por ejemplo, la localización y el análisis de información en mapas (de Portugal y planisferio, facilitados por profesores de Geografía), sobre la distribución territorial de aguas con diferentes durezas, de cursos y depósitos de aguas superficiales, de aguas subterráneas y de aguas minero-medicinales. Realizaron la electrólisis del agua y solicitaron, en fichas de trabajo (normalmente como deberes de casa), síntesis de la información. También impulsaron la realización de investigaciones y la elaboración de carteles por grupos de alumnos.

Los relatos de los PF que participaron en la implementación de propuestas de desarrollo e innovación curricular permitieron identificar, en los papeles que asumieron, aspectos que Acevedo *et al.* (2002) consideran característicos de la actuación de profesores comprometidos en el desarrollo de la enseñanza CTS de ciencias. En la valoración de su trabajo hicieron referencia a indicios de aumento de la motivación y mejora de actitudes de los alumnos para aprender química, en particular de los alumnos que se comportaban peor y que tenían peor rendimiento, pero también, tras ciertas inseguri-

dades y resistencias iniciales, de otros que, a pesar de tener un mejor rendimiento en enfoques tradicionales, normalmente necesitan una gran orientación en su estudio. La mejora que los PF percibieron en los alumnos se reflejó en un aumento de su propia satisfacción profesional y en motivación para superar las resistencias al cambio y las dificultades asociadas a las exigencias añadidas que percibieron en la preparación y el desarrollo de este tipo de actividades con los alumnos. La evaluación de los resultados de la participación de los PF en el PFC reveló indicios de desarrollo en las dimensiones social, personal y profesional (Rebelo, 2004).

Consideraciones finales

En el PFC desarrollado, se atribuyó a los PF un papel preponderante en la exploración y construcción de su propio conocimiento profesional. Para ello fue importante haber procurado crear las condiciones y facilitar ambientes potenciadores del desarrollo de comunidades de aprendizaje cooperativo y reflexivo, asumiendo la formadora papeles de orientadora, facilitadora y estimuladora de la explicitación, la descripción, la exploración y la negociación de creencias y conocimientos y de la innovación de prácticas.

Los contextos y las actividades formativas partieron de conocimientos, creencias, valores, vivencias y experiencias de los PF, y valoraron dialécticas entre contextos de aplicación y referentes teóricos. Ofrecieron oportunidades para que, de forma sostenida y fundamentada, los PF desarrollaran innovaciones en sus prácticas lectivas y las evaluaran, (re)construyendo identidades profesionales.

Los procesos y productos de este estudio (Rebelo, 2004) permiten destacar la importancia de la formación continua de profesores como un medio para, en una perspectiva incluyente de educación, llevar a efecto las reformas educativas, lo que exige innovaciones profundas en la enseñanza de ciencias/química. Para la realización de tales innovaciones, tendrá un papel importante la articulación con formación continua que contribuya a ayudar a los profesores a elaborar estrategias y recursos necesarios para enfrentarse, con seguridad y comodidad, a las exigencias añadidas que su realización requiere. Se destaca, pues, la importancia de que los profesores participen en procesos formativos y reflexivos que promuevan el establecimiento de puentes con la escuela y con sus prácticas lectivas, y que contribuyan a crear comunidades de aprendizaje donde, de manera informada y sostenida, participen en procesos de desarrollo profesional que repercutan en la reconstrucción de identidades profesionales. ■

Bibliografía

- Acevedo, J. A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16, (2004). Disponible en http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf
- Acevedo, J. A.; Vásquez, A.; Manassero, M. A. «El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias», 2002. Disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, 2002.
- Carter, L. Globalisation and Science Education: Rethinking Science Education Reforms, *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 561-580, 2005.
- CCE (Comissió de les Comunitats Europees). *Recomendação do Parlamento Europeu e do Conselho sobre as competências-chave para a aprendizagem ao longo da vida*. COM 548 final 2005/0221(COD), 2005. Disponible en http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/keyrec_pt.pdf
- Galvão, C.; Neves, A.; Freire, A. M.; Lopes, A. M.; Santos, M. C.; Vilela, M. C.; Oliveira, M. T.; Pereira, M. *Ciências Físicas e Naturais: Orientações Curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, 2002.
- Levy, M. I.; Sanmartí, N. Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas, *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 269-283, 2001.
- Mellado, V.; Ruiz, C.; Bermejo, M. L.; Jiménez, R. Contributions from the Philosophy of Science to the Education of Science Teachers, *Science & Education*, 15, 419-445, 2006.
- OCDE *Knowledge and Skills for Life: First Results from PISA 2000*, [e-Book (PDF Format)], 2001. Disponible en <http://www.oecd.org/publications/e-book/9601141E.PDF> [2003, 15.05]
- Rebelo, I. S.: *Desenvolvimento de um Modelo de Formação - Um Estudo na Formação Contínua de Professores de Química*, Tesis doctoral no publicada. Universidad de Aveiro, 2004.
- Shulman, L.; Sherin, M. Fostering communities of teachers as learners: disciplinary perspectives, *Journal of Curriculum Studies*, 36(2), 135-140, 2004.
- Shulman, L.; Shulman, J. How and what teachers learn: a shifting perspective, *Journal of Curriculum Studies*, 36(2), 257-271, 2004.